

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Цифровое проектирование»

Ю. О. Стреляная

ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ СТАДИИ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ» ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Методические указания

к выполнению практической работы по дисциплине
«Технологическое обеспечение и повышение качества
и долговечности деталей машин»

для студентов направления подготовки

27.04.01 – Стандартизация и метрология по направлению профиля
«Обратный инжиниринг» всех форм обучения

Севастополь
СевГУ
2024

УДК 681.7.053.32:519.876.5(076.5)

ББК 34.63-5-02я73

С842

Рецензент:

А. Ю. Тараховский – канд. техн. наук, доцент кафедры ЦП

Стреляная Ю. О.

С842 Построение структурной модели стадии «эксплуатация» жизненного цикла металлорежущих станков : методические указания к выполнению практической работы по дисциплине «Технологическое обеспечение и повышение качества и долговечности деталей машин» для студентов направления подготовки 27.04.01 – Стандартизация и метрология по направлению профиля «Обратный инжиниринг» всех форм обучения / Ю. О. Стреляная; Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра цифрового проектирования. – Севастополь: СевГУ, 2024. – 12 с. – Текст : электронный.

Первый раздел учебно-методического пособия содержит цель и содержание практической работы, общие сведения по вопросам обеспечения максимальной вероятности безостановочной работы оборудования на всех этапах жизненного цикла.

Во втором разделе приведены указания и порядок выполнения практической работы, а также приведены варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов.

Методические указания разработаны для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению профиля «Обратный инжиниринг», изучающих дисциплину «Технологическое обеспечение и повышение качества и долговечности деталей машин» всех форм обучения.

УДК 681.7.053.32:519.876.5(076.5)

ББК 34.63-5-02я73

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Цифровое проектирование», протокол № 6 от 05 марта 2024 г.

© Стреляная Ю. О., 2024
© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа №1	4
1.1 Общие положения.....	4
1.2 Порядок выполнения работы.....	9
1.3 Содержание отчёта	9
1.4 Вопросы для самопроверки	10
Библиографический список.....	11
Приложение А.....	12
Варианты заданий.....	12

Практическая работа № 1

ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ СТАДИИ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ» ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Цель работы: Изучение влияния на срок службы станка характеристик обрабатываемого материала и применяемого инструмента. Расчёт длительности ремонтного цикла металлорежущих станков.

1.1 Общие положения

Исходя из основных принципов Единой системы управления качеством продукции, жизненный цикл технологического оборудования машиностроительных предприятий состоит из следующих основных стадий:

- 1) исследование;
- 2) проектирование;
- 3) изготовление;
- 4) реализация;
- 5) эксплуатация;
- 6) утилизация;

При долгосрочном планировании производственной деятельности машиностроительных предприятий необходимо знание о возможности бесперебойной работы металлорежущего оборудования предприятия. Для обеспечения максимальной вероятности безостановочной работы оборудования, станки должны проходить техническое обслуживание и ремонт после их установки и сдачи в эксплуатацию. Таким образом, стадия «эксплуатация» жизненного цикла металлорежущих станков состоит из следующих основных этапов (обозначения использовать при построении структурной модели стадии «эксплуатация» станков):

- ПН – пусконаладочные и монтажные работы;
- И – период использования станка по назначению;
- О – осмотр;
- Т – текущий ремонт;
- СР – редный ремонт;
- КР – капитальный ремонт;
- РЦ – ремонтный цикл, объединяющий промежуток времени от ПН до КР.

Определение этапов стадии «эксплуатация»:

Ремонтный цикл – повторяющаяся совокупность различных видов ремонта, выполняемые через равные промежутки оперативного времени работы оборудования.

Структура ремонтного цикла – перечень ремонтов, расположенных в последовательности их выполнения.

Продолжительность ремонтного цикла – время между двумя капитальными ремонтами.

Осмотр – операция технического обслуживания, выполняемая с целью проверки всех узлов оборудования и накопления информации об износе деталей, необходимой для подготовки предстоящих ремонтов.

Текущий ремонт – операция, выполняемая для обеспечения или восстановления работоспособности оборудования, состоящая в замене или восстановлении отдельных частей.

Средний ремонт – операция, выполняемая для восстановления исправности и частичного восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры.

Капитальный ремонт – операция, выполняемая для восстановления исправности и полного либо близкого к полному восстановлению ресурса оборудования.

Эмпирическая формула расчёта продолжительности оперативного времени ремонтного цикла (часы, отработанные оборудованием):

$$T_{PC} = 16\,800 \cdot K_{OM} K_{MI} K_{TC} K_{KC} K_B K_D,$$

где значения коэффициентов даны в таблицах 1, 2, 3, 4.

Формулы расчёта продолжительности оперативного времени межремонтного периода (часы, отработанные оборудованием):

а) для класса точности Н:

$$T_{MP} = T_{PC} : 6;$$

б) для классов точности П, В, А, С:

$$T_{MP} = T_{PC} : 9,$$

где $N = 6$ ($N = 9$) – количество межремонтных периодов в ремонтном цикле.

Структура части стадии «эксплуатация», равной T_{PC} , дана на рис. 1.

Эту часть разбивают на равные промежутки с периодом, равным T_{MP} . Затем по полученным интервалам размещают интервалы И – О (см. табл. 1).

После этого построение указанной части структуры считают законченным.

Таблица 1 - Структурные модели стадии «эксплуатация» жизненного цикла металлорежущего оборудования

Класс точности	Категория массы (тонна)	Структура стадии «эксплуатация»
Н	10	ПН-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-СР-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-КР
	Св. 10 до 100	ПН-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-КР
	Св. 100	ПН-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-КР
П, В, А, С	10	ПН-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-СР-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-СР-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-КР
	Св. 10 до 100	ПН-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-КР
	Св. 100	ПН-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-КР

Таблица 2 - Коэффициент K_d

Год выпуска оборудования	Значение коэффициента
До 1975	0,8
С 1976 по 1980	0,9
С 1981 по 1998	1,0
С 1998	1,2

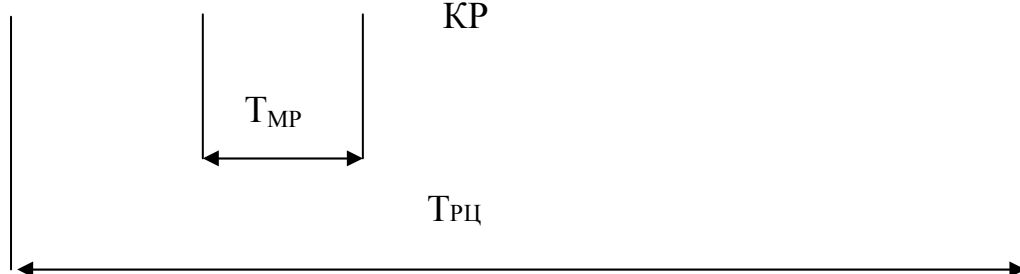
Таблица 3 - Значения коэффициентов, входящих в эмпирические формулы для определения продолжительности ремонтного цикла и межремонтных периодов

Коэффициент	Определяемый параметр	Значения коэффициента
Ком	Обрабатываемый материал	
	Сталь конструкционная	1,0
	Прочие материалы	0,75
Кми	Материал применяемого инструмента	
	Металл	1,0
	Абразив	0,8
Ктс	Класс точности	
	Н П	1,0
	В, А, С	1,5
Ккс	Категория массы	
	До 10 т	2,0
	Св. 10 до 100 т	1,0
	Св. 100 т	1,35
		1,7

Таблица 4 - Коэффициент K_B

Возраст станка	Класс точности станка	Порядковый номер планируемого ремонтного цикла	Значение коэффициента
До 10 лет	Н, П В, А, С	1-й и 2-й 1-й	1,0
Св. 10 лет	Н П, В, А, С	2-й и 3-й 2-й	0,9
	Н П, В, А, С	4-й 3-й	0,8
	Н П, В, А, С	5-й и более 4-й и более	0,7

ПН-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-СР-И-О-И-Т-И-О-И-Т-И-О-И-
КР



Цикл: ПН ----КР – периодическая величина стадии «эксплуатация» с периодом $T_{РЦ}$

Рисунок 1 - Схема разделения ремонтного цикла на межремонтные периоды

Таблица 5 - Значения стабильной ремонтосложности R_M наиболее распространённого металлорежущего оборудования

№ модели	Модель	Класс точности	Масса, кг	Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	Расстояние между центрами	Ремонтосложность	
						Механики RMM	Электрич. RMЭ
1	1K62	Н	2 160 2 200 2 400	400	710 1000 1400	10,5	9,0
2	16K20	Н	2 740 2 910 3 130	400	710 1000 1400	12,0	9,0
3	1M63Б	Н	5 490	630	2800	14,0	11,0
4	1M64	Н	11 390	800	2800	16,0	12,0
5	1M65	Н	12 480 15 630	1000	2800 5000	16,5 17,0	13,0

Продолжение таблицы 5

№ модели	Модель	Класс точности	Масса, кг	Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	Расстояние между центрами	Ремонтосложность	
						Механики RMM	Электрич. RMЭ
6	3A151	П В	3 800	200	-	12,0 14,5	25
7	3Б722	П В	6 950	320X1000*	-	21,5 26	18
8	3A227	П В	2 700	100	-	15 17,5	16
9	53A50H	Н	9 650	500	-	23	32
10	6P12	Н	3 065	320X1250*	-	11,0	11,0
11	6P81	Н	2 280	250X1000*	-	9,0	7,5
12	2A135	Н	1 300	35**	-	4,5	5,5
13	2M55	Н	4 370	50**	-	20	16
* Обозначение размера стола станка.							
** Наибольший диаметр сверления.							

Таблица 6 - Трудоёмкость ремонта и осмотров металлорежущего оборудования (механическая часть)

Вид работ	Капитальный ремонт	Средний ремонт	Текущий ремонт	Плановый осмотр	
				Перед внутри-цикловым ремонтом	Перед капитальным ремонтом
				Норма времени, час на 1R _{ММ}	
Станочные	14,0	3,0	2,0	0,1	0,1
Слесарные	36,0	6,0	4,0	0,75	1,0
Итого	50,0	9,0	6,0	0,85	1,1

Таблица 7 - Трудоёмкость ремонта и осмотров металлорежущего оборудования (электрическая часть)

Вид работ	Капитал. ремонт	Средний ремонт	Текущий ремонт	Плановый осмотр	
				Перед внутри-цикловым ремонтом	Перед капитальным ремонтом
				Норма времени, час на 1R _{МЭ}	
Станочные	2,5	-	0,3	-	-
Электрослесарные и прочие	10,0	-	1,2	0,2	0,25
Итого	12,5	-	1,5	0,2	0,25
Ремонт механической и электрической частей станка может быть совмещён во времени.					

Трудоёмкость одного из видов ремонта или технического обслуживания:

$$T_i = (CT_{\text{Э}i} + CL_{\text{Э}i}) \cdot R_{\text{МЭ}} + (CT_{\text{М}i} + CL_{\text{М}i}) \cdot R_{\text{ММ}},$$

где i – наименование этапа (О; Т; СР; КР);
 $R_{\text{МЭ}}$; $R_{\text{ММ}}$ – ремонтосложность электрической (литера Э) или механической (литера М) частей оборудования (см. таблицу 5);
 $T_{\text{Э}i} \dots CL_{\text{М}i}$ – трудоёмкость станочных (литера Т) и слесарных работ (литера Л) при ремонте электрической (Э) или механической (М) частей оборудования (см. таблицы 6 и 7).

Производя вычисление по всем видам ремонта и техобслуживания, находим время, затраченное на ремонт и техническое обслуживание в течение одного ремонтного цикла:

$$\Sigma T_p = 5T_O + 4T_T + T_{\text{СР}} + T_{\text{ОКР}} + T_{\text{КР}}.$$

Время, в течение которого оборудование можно использовать по назначению:

$$T_{\text{И}} = T_{\text{РЦ}} - \Sigma T_p.$$

Время, затрачиваемое на пусконаладочные работы, можно определить по приближённой формуле

$$T_{\text{ПН}} \approx 0,5T_T + T_{\text{Ф}},$$

где $T_{\text{Ф}} = 0,45m + 3$ – время строительства фундамента, ч;
 m – вес станка, т.

В случае установки станка на специальные опоры:

$$T_{\text{ПН}} \approx 0,5T_T.$$

1.2 Порядок выполнения работы

Примеры вариантов заданий даны в приложении А.

Вычислить длительность ремонтного цикла. Затем, прибавляя время на пусконаладочные работы, определить продолжительность первого ремонтного цикла стадии «эксплуатация» оборудования.

1.3 Содержание отчёта

1.3.1 Название работы.

1.3.2 Содержание задания.

1.3.3 Расчет длительности ремонтного цикла станка.

1.3.4 Расчет продолжительности межремонтного периода.

1.3.5 Продолжительность этапа «использование по назначению».

1.3.6 Рисунок структурной модели стадии «эксплуатация» станка по за данию.

1.4 Вопросы для самопроверки

1.4.1 Какое влияние оказывает марка обрабатываемого материала и материал инструмента на продолжительность ремонтного цикла?

1.4.2 Дайте определение «ремонтный цикл» и «межремонтный период».

1.4.3 Назовите этапы стадии «эксплуатация».

1.4.4 Перечислить основные виды ремонта оборудования.

1.4.5 Напишите эмпирическую формулу расчёта продолжительности оперативного времени ремонтного цикла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Пуш В. Э. Конструирование металлорежущих станков / В. Э. Пуш. — М. : Машиностроение. 1977 – 643 с.
- 2 Типовая система технического обслуживания и ремонта металло- и деревообрабатывающего оборудования / под. ред. В. И. Клягина и Ф. С. Сабирова. – М. : Машиностроение, 1988. – 565 с.
- 3 Ваксман, А. А. Терминология системы разработки и постановки продукции на производство : справочник / А. А. Ваксман. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 56 с.
- 4 Поляков, А. Н. Расчет и конструирование привода главного движения металлорежущего станка : учебное пособие / А. Н. Поляков. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 208 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159791> (дата обращения: 28.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — ISBN 978-5-7410-2364-8. — Текст : электронный.
- 5 Расчет, моделирование и конструирование приводов металлорежущих станков : учебное пособие / составители А. Ф. Денисенко. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 182 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111649.html> (дата обращения: 28.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. — Текст : электронный.
- 6 Гуртяков, А. М. Расчет и проектирование металлорежущих станков : учебное пособие / А. М. Гуртяков. — Томск : Томский политехнический университет, 2014. — 136 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34708.html> (дата обращения: 28.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. — ISBN 978-5-4387-0396-9. — Текст : электронный.
- 7 Металлообрабатывающие станки и инструменты : учебное пособие / С. Ю. Астапов, В. В. Остриков, М. М. Мишин [и др.]. — Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2018. — 167 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157821> (дата обращения: 28.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — ISBN 978-5-94664-360-3. — Текст : электронный.

Приложение А**Варианты заданий**

1. Вариант: станок модели 1К62, вес 2500 кг. Обрабатываемый материал – чугун.
2. Вариант: станок модели 1М65, вес 15 630 кг. Обрабатываемый материал – бандажная сталь.
3. Вариант: станок модели 3А151 класса точности П, вес 3500 кг. Материал применяемого инструмента – абразив (обработка без использования СОЖ).
4. Вариант: станок модели 1К62, вес 2500 кг. Обрабатываемый материал – чугун. Возраст станка свыше 10 лет.
5. Вариант: станок модели 53А50Н, вес 9650 кг. Обрабатываемый материал – чугун.
6. Вариант: станок модели 3Б722 класса точности П, вес 6950 кг. Материал применяемого инструмента – абразив. Возраст станка менее 10 лет.
7. Вариант: станок модели 1М63Б, вес 5490 кг. Обрабатываемый материал – чугун. Возраст станка свыше 10 лет.

Стреляная Юлия Олеговна

**ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ
СТАДИИ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ» ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ**

*Методические указания
к выполнению практической работы*

В авторской редакции